

TUGAS AKHIR

PENGARUH RASIO CAMPURAN LIMBAH KAYU DAN *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) PADA *FAST PYROLYSIS* DALAM REAKTOR *FLUIDIZED-BED*

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

MUHAMMAD IQBAL

20190130107

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal

NIM : 20190130107

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Rasio Campuran Limbah Kayu dan *High Density Polyethylene* (HDPE) Pada *Fast Pyrolysis* Dalam *Reaktor FluidizedBed*

Menyatakan jika Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengaruh Rasio Campuran Limbah Kayu Dan *High Density Polyethylene* (HDPE) Pada *Fast Pyrolysis* Dalam Reaktor *Fluidized-Bed*”**. Merupakan hasil karya saya serta di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk mendapat gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain. Karya tulis ilmiah ini juga berisi pendapat maupun hasil riset yang telah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumber naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 5 April 2024



MOTTO

“Keajaiban datang atas kemauan Tuhan yang didasari oleh ridhoNya”

(Muhammad Iqbal)

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk kedua orang tua saya, Bapak Supriyono, dan Ibu Siti Aminah. Terima kasih atas segala doa yang selalu diberikan, usaha, pengorbanan, dan dukungan. Terima kasih ku ucapkan kepada Bapak dan Ibu yang selalu memberikan semangat, yang tidak pernah menuntut dan selalu menguatkan. Saya persembahkan pula Tugas Akhir saya untuk kakak dan adik saya, Siti Anisah, dan Siti Fauziah, yang selalu membantu saya ketika membutuhkan bantuan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat untuk bisa mencapai gelar Sarjana Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul “**PENGARUH RASIO CAMPURAN LIMBAH KAYU DAN *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* PADA *FAST PIROLISIS* DALAM REAKTOR *FLUIDIZED-BED*”**. Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena mudah dibentuk, ringan, dan tahan. Namun sampah plastik sulit terurai dan membutuhkan waktu lama untuk melakukan proses penguraian. Kurangnya pengolahan sampah membuat terjadinya penumpukan. Selain sampah plastik, sampah biomassa juga mengalami penumpukan dikarenakan kurangnya dalam pengolahan. Dari beberapa metode pengolahan sampah diantaranya pirolisis.

Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan limbah biomassa dan plastik dengan rasio campuran 0/100, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0. Proses pirolisis dilakukan dengan memasukan bahan ke dalam reaktor kemudian dipanaskan menggunakan suhu 500°C selama 20 menit. Hasil dari pirolisis kemudian dicari kuantitas *yield*, dinamika energi, dan unjuk kerja.

Penulis menyadari mengenai penulisan ini tidak bisa terselesaikan tanpa pihak-pihak yang mendukung baik secara moril dan juga materil. Maka, penulis menyampaikan banyak-banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini terutama kepada:

1. Kedua orang tua, dan keluarga saya yang sangat saya sayangi, karena selalu memberikan dukungan baik moril maupun material serta doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng Sc. Ph.D. selaku kepala program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3. Bapak Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing satu Tugas Akhir, terimakasih atas segala arahan, bimbingan yang telah diberikan.
4. Bapak Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng.,IPP selaku dosen pembimbing dua Tugas Akhir, terimakasih atas segala arahan, bimbingan yang telah diberikan.
5. Dosen penguji bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPM terima kasih atas segala pengetahuan dan arahan yang diberikan.
6. Seluruh dosen dan staff Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan penelitian tugas akhir.
7. Teman-teman satu kelompok proyek Tugas Akhir, terima kasih atas kerjasamanya.
8. Teman-teman motekar 9 (Pace, Dimas, Yaya, Sobri, Rahmat, Imam, Baihaqi, Hilal, Akbar) yang selalu membantu disaat penulis mengalami kesulitan selama mengemban Pendidikan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Teman-teman dan seluruh keluarga Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu baik moril maupun material yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu.

Yogyakarta, 5 April 2024



Muhammad Iqbal
20190130107

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Plastik.....	8
2.2.2 Biomassa.....	9
2.2.3 Pirolisis	10
2.2.4 Reaktor.....	12
2.2.5 Pirolisis plastik dan biomassa	15
2.2.6 Reaktor Fluidized-Bed.....	16
2.2.7 Parameter Uji.....	16
BAB III.....	21

METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat yang Digunakan	21
3.2.2 Alat pendukung penelitian	28
3.2.3 Bahan yang Digunakan	30
3.3 Prosedur Penelitian	32
3.3.1 Pengujian	34
3.3.2 Pengolahan Data	34
BAB VI	38
HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pengaruh rasio campuran terhadap kuantitas pada proses pirolisis.....	38
4.2 Pengaruh rasio terhadap dinamika energi.....	39
4.2.1 Nilai kalor	42
4.2.2 Kandungan gas.....	43
4.3 Pengaruh rasio terhadap unjuk kerja pada proses pirolisis.....	44
4.3.1 Penggunaan energi.....	44
4.3.2 Nilai energi pirolisis dan energi proses.....	46
4.3.3 Efisiensi	47
BAB V	48
KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaktor <i>Fixed bed</i>	13
Gambar 2.2 Reaktor <i>bubbling fluidized-bed</i>	13
Gambar 2.3 Reaktor <i>circulating fluidized-bed</i>	14
Gambar 2.4 Reaktor <i>ultra rapid pyrolyze</i>	14
Gambar 2.5 Dekomposisi <i>polymer</i>	15
Gambar 2.6 Skema sederhana penguraian biomassa	15
Gambar 3.1 Sistem reaktor <i>fluidized-bed</i>	21
Gambar 3.2 Reaktor	22
Gambar 3.3 <i>Cyclone</i>	23
Gambar 3.4 <i>Hopper</i>	23
Gambar 3.5 <i>Screw feeder</i>	24
Gambar 3.6 Kondenser.....	24
Gambar 3.7 <i>Flowmeter</i>	25
Gambar 3.8 Kompresor.....	25
Gambar 3.9 Motor listrik.....	25
Gambar 3.10 <i>Universal joint</i>	26
Gambar 3.11 <i>Tabung reservoir</i>	26
Gambar 3.12 <i>Wind box</i>	27
Gambar 3.13 <i>Proportional integral derivative</i>	27
Gambar 3.14 <i>Variable frequency drive</i>	28
Gambar 3.15 <i>Wired control monitor</i>	28
Gambar 3.16 <i>Thermocouple dan Thermoreader</i>	29
Gambar 3.17 Tempat <i>thermocouple</i>	29
Gambar 3.18 Motor.....	30
Gambar 3.19 Mesin pencacah.....	30
Gambar 3.20 Plastik HDPE.....	30
Gambar 3.21 Pasir silika	31
Gambar 3.22 Biomassa	31

Gambar 3.23 Diagram alir.....	33
Gambar 3.24 Instrumen <i>bomb calorimeter</i>	36
Gambar 4.1 Grafik kuantitas <i>yield</i>	38
Gambar 4.2 Grafik temperatur pada rasio biomassa dan HDPE (a) 0/100, (b) 75/25, (c) 50/50, (d) 25/75, (e) 100/0	41
Gambar 4.3 Grafik nilai kalor	43
Gambar 4.4 Kandungan gas	44
Gambar 4.5 Grafik konsumsi energi	45
Gambar 4.6 Grafik energi pirolisis (h_p) dan energi proses (h_{pr}).....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik plastik	9
Tabel 2.2 Parameter pirolisis dan hasil untuk berbagai macam pirolisis	12
Tabel 4.1 Rata-rata temperatur pada rasio biomassa dan HDPE	41

DAFTAR NOTASI

HDPE : *High Density Polyethylene*

MJ/kg : MegaJoule/KILOGRAM

kJ : kiloJoule

HHV : *Higher Heating Value*

kWh : kiloWatt-hour

h_p : Nilai kalor pirolisis

h_{pr} : Nilai kalor proses

% : Presentase

wt : *weight*

g : Gram

kg : kilogram

°C : Derajat Celcius

η : Efisiensi

NCG : *Non Condensable Gas*

T : *Thermocouple*

CH₄ : Metana

CO : *Carbon Monoxide*

CO₂ : *Carbon Dioxide*

H₂ : Hidrogen

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kandungan Gas CO ₂	53
Lampiran 2 Kandungan Gas CO	57
Lampiran 3 Kandungan Gas H ₂	61
Lampiran 4 Kandungan Gas CH ₄	65
Lampiran 5 Nilai Kalor	69
Lampiran 6 Kuantitas <i>Yield</i>	69
Lampiran 7 Energi.....	69
Lampiran 8 Area Gas	69
Lampiran 9 Energi Pirolisis	69
Lampiran 10 Energi Proses	70
Lampiran 11 Efisiensi	70